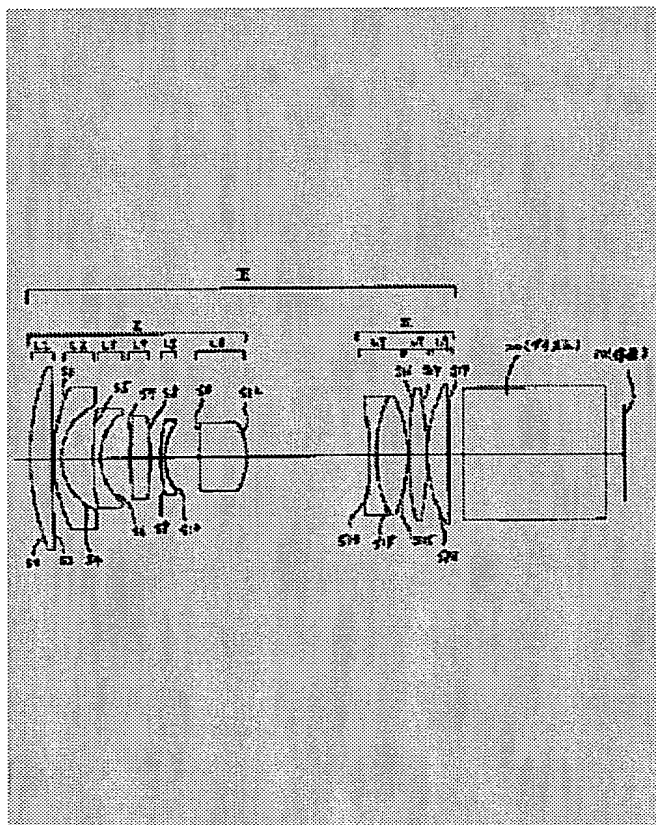


## PROJECTION LENS

**Patent number:** JP11109227  
**Publication date:** 1999-04-23  
**Inventor:** TAKATSUKA TAMOTSU  
**Applicant:** SHARP KK  
**Classification:**  
**- International:** G02B13/22; G02F1/13; G02F1/1335; G03B33/12  
**- european:**  
**Application number:** JP19970270690 19971003  
**Priority number(s):** JP19970270690 19971003

### Abstract of JP11109227

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a projection lens whose angle of view is wide, whose back focus is long, which fetches much axial luminous flux and off-axis luminous flux and which has telecentricity, which is provided with a long air distance inside a lens system and is excellent in image-forming performance over a wide range from an axial range to an off-axis range by specifying the ratio of a focal distance between a front group and an entire system, and the ratio of the distance between the front group and a rear group to the focal distance of the entire system. **SOLUTION:** The entire system III is composed of the front group I having positive refractive power as a whole and the rear group II having the positive refractive power as a whole in order from a large conjugate side through the longest distance, and has the telecentricity. Then, this projection lens satisfies an expression:  $2.0 < f_1/f < 5.0$  and an expression:  $1.2 < d/f < 2.5$ . In the expressions,  $f_1$  means the focal distance of the front group I,  $f$  means the focal distance of the entire system III constituted of the front group I and the rear group II.  $d$  means the longest air distance.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-109227

(43)公開日 平成11年(1999)4月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
 G 0 2 B 13/22  
 G 0 2 F 1/13  
 1/1335  
 G 0 3 B 33/12

識別記号

5 0 5

F I

G 0 2 B 13/22

G 0 2 F 1/13

1/1335

G 0 3 B 33/12

5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-270690

(22)出願日 平成9年(1997)10月3日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 高塚 保

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 梅田 勝

## (54)【発明の名称】 投写レンズ

## (57)【要約】

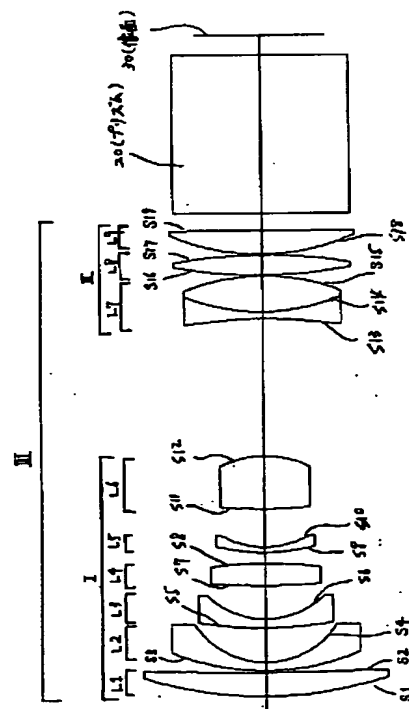
【課題】 共役長および投写距離が短く、軸上および軸外光束を多く取込み、テレセントリック性を有し、高精細画像をスクリーン上に拡大投写することのできる液晶プロジェクター用の投写レンズを提供する。

【解決手段】 最も大きな空気間隔を隔て、大きな共役側より順に、全体として正の屈折力を持つ前群 I および全体として正の屈折力を持つ後群 II から構成され、テレセントリック性を有し、前群 I の焦点距離を  $f_1$ 、前群 I および後群 II により構成される全系 III の焦点距離を  $f$ 、最も大きな空気間隔を  $d$  とするとき、これらが条件

$$(1) \quad 2.0 < f_1 / f < 5.0$$

$$(2) \quad 1.2 < d / f < 2.5$$

を満足する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 最も大きな空気間隔を隔て、大きな共役側より順に、全体として正の屈折力を持つ前群Iおよび全体として正の屈折力を持つ後群IIから構成され、前群Iの焦点距離を $f_1$ 、前群Iおよび後群IIにより構成される全系IIIの焦点距離を $f$ 、最も大きな空気間隔を $d$ とすると、これらが条件2.  $0 < f_1/f < 5$ . 0及び1.  $2 < d/f < 2$ . 5を満足することを特徴とする投写レンズ。

【請求項2】 請求項1記載の投写レンズにおいて、前群Iおよび後群IIにより構成される全系IIIの実長を $TL$ 、バックフォーカスを $f_B$ とすると、これらが条件5.  $0 < TL/f < 8$ . 0及び1.  $2 < f_B/f$ 及び0.  $7 < f_1/f_1 < 2$ . 5を満足することを特徴とする投写レンズ。

【請求項3】 最も大きな空気間隔を隔て、大きな共役側より順に、全体として正の屈折力を持つ前群Iおよび全体として正の屈折力を持つ後群IIから構成され、前群Iは3枚以上の正レンズおよび2枚以上の負レンズから構成され、前群Iの第1レンズおよび前群Iの最終レンズが共に正レンズであることを特徴とする投写レンズ。

【請求項4】 請求項3記載の投写レンズにおいて、前群Iの第1レンズの焦点距離を $f_{1.1}$ 、前群Iの最終レンズの倍率を $m_{1.1}$ 、前群Iの最終レンズのアップ数を $v_{1.1}$ とすると、これらが条件7.  $5 < f_{1.1}/f < 1$ 7. 5及び-6.  $5 < m_{1.1} < -1$ . 5及び40  $< v_{1.1}$ を満足することを特徴とする投写レンズ。

【請求項5】 請求項3記載の投写レンズにおいて、前群Iの第1レンズの大きな共役側の曲率半径を $R_{1.1}$ 、前群Iの最終レンズの小さな共役側の曲率半径を $R_{1.1}$ とすると、これらが条件3.  $0 < R_{1.1}/f < 1$ 2. 0及び0.  $7 < R_{1.1}/f < 1$ . 5を満足することを特徴とする投写レンズ。

【請求項6】 最も大きな空気間隔を隔て、大きな共役側より順に、全体として正の屈折力を持つ前群Iおよび全体として正の屈折力を持つ後群IIから構成され、後群IIは2枚以上の正レンズおよび1枚以上の負レンズから構成され、条件2.  $2 < f_{1.1}/f < 2$ . 6を満足することを特徴とする投写レンズ。

【請求項7】 請求項6記載の投写レンズにおいて、後群IIを構成する正レンズのアップ数の平均値を $v_p$ 、後群IIを構成する負レンズのアップ数の平均値を $v_n$ 、後群IIの第1レンズの大きな共役側の曲率半径を $R_{1.1}$ とすると、これらが条件40  $< v_p - v_n$ 及び-8.  $0 < R_{1.1}/f < -2$ . 0を満足することを特徴とする投写レンズ。

【請求項8】 請求項1、請求項3または請求項6記載の投写レンズにおいて、前群Iは6群レンズ、後群IIは3群レンズより構成され、大きな共役側より順に第1

群レンズは正レンズ、第2群レンズは大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、第3群レンズは負レンズ、第4群レンズは正レンズ、第5群レンズは大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、第6群レンズは正レンズ、第7群レンズは大きな共役側に凹面を向け接合面を有する負のメニスカスレンズ、第8群レンズは正レンズ、第9群レンズは正レンズより構成されることを特徴とする投写レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3板式の液晶プロジェクターにおいて、R（赤）、G（緑）、B（青）3色に分離された光源からの光により各色用の液晶パネルを照明し、各々の画像をダイクロイックミラーやクロスダイクロイックプリズムなどで合成してスクリーン上に拡大投影するための投写レンズに関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に3板式の液晶プロジェクターでは、R（赤）、G（緑）、B（青）3色に分離された光源からの光により各色用の液晶パネルを照明し、各々の画像をダイクロイックミラーやクロスダイクロイックプリズムなどで合成して投写レンズでスクリーン上に拡大投影する方法が用いられている。

【0003】したがって、液晶パネルと投写レンズの間に、これら画像合成手段を配備するためのスペースが必要であり、投写レンズのバックフォーカスは十分に長くないとはならない。

【0004】近年では液晶パネルの画素数の高精細化が進み、スクリーン上に高精細な投写画像を得るためには諸収差が良好に補正された投写レンズが不可欠となってきた。

【0005】さらに、リア型プロジェクターに用いられる投写レンズの場合、プロジェクタ本体の小型化のために、最近では投写距離を短くするだけでなく、レンズ系内部に光束を45°折り曲げるための反射ミラーを配置することが要求される場合もある。この場合、レンズ系内部にミラーを挿入するための広い空気間隔を確保する必要がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】3板式の液晶プロジェクターのR、G、B3色の合成にクロスダイクロイックプリズムが用いられる場合、プリズムの波長透過特性が光線の入射角度によって大きく異なるため、スクリーン上での色むらを抑制するために、液晶パネルからの光を軸上、軸外の全ての領域においてほぼパネルの法線方向を軸に有限の立体角方向に出射させ、プリズムを透過させる必要がある。

【0007】従って、照明光束がこのような特性を持つだけでなく、投写レンズもテレセントリック性を有し、前側焦点位置が第1群レンズの射出瞳位置にほぼ一致す

るものが要求される。

【0008】また、スクリーン上の拡大画像の明るさを確保するために、軸上光束だけでなく軸外光束も十分に多く取込むことのできる投写レンズでなければならぬ。この場合、投写レンズのバックフォーカスが長いことからレンズ最後部における光束の広がりが大きくなり、レンズ径が大型化すると同時に収差補正も難しくなる。

【0009】さらに、リア型プロジェクターの場合、小型化、低コスト化のために共役長および投写距離をあまり大きくとることができないため、所望の大きな結像倍率を得るためには、投写レンズは広画角となる。

【0010】またさらなる小型化のために、レンズ系内部にミラーを配置し、光束を折り曲げることが要求される。

【0011】上記のような様々な要求を満たしつつ、軸上および軸外の広範囲にわたり高い結像性能を与える投写レンズが必要である。

【0012】本発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、広画角で、バックフォーカスが長く、軸上および軸外光束を多く取込み、テレセントリック性を有し、レンズ系内部に広い空気間隔を持ち、軸上および軸外の広範囲にわたり結像性能に優れた投写レンズを提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の本発明では、最も大きな空気間隔を隔て、大きな共役側より順に、全体として正の屈折力を持つ前群Iおよび全体として正の屈折力を持つ後群IIから構成され、テレセントリック性を有し、前群Iの焦点距離を $f_I$ 、前群Iおよび後群IIにより構成される全系IIIの焦点距離を $f$ 、最も大きな空気間隔を $d$ とすると、これらが条件

$$(1) \quad 2.0 < f_I / f < 5.0$$

$$(2) \quad 1.2 < d / f < 2.5$$

を満足する。

【0014】請求項2記載の本発明では、請求項1記載の投写レンズにおいて、前群Iおよび後群IIにより構成される全系IIIの実長を $TL$ 、バックフォーカスを $f_B$ とすると、これらが条件

$$(3) \quad 5.0 < TL / f < 8.0$$

$$(4) \quad 1.2 < f_B / f$$

$$(5) \quad 0.7 < f_I / f_{II} < 2.5$$

を満足する。

【0015】請求項3記載の本発明では、最も大きな空気間隔を隔て、大きな共役側より順に、全体として正の屈折力を持つ前群Iおよび全体として正の屈折力を持つ後群IIから構成され、前群Iは3枚以上の正レンズおよび2枚以上の負レンズから構成され、前群Iの第1レンズおよび前群Iの最終レンズが共に正レンズである。

【0016】請求項4記載の本発明では、請求項3記載

の投写レンズにおいて、前群Iの第1レンズの焦点距離を $f_{I1}$ 、前群Iの最終レンズの倍率を $m_{I1}$ 、前群Iの最終レンズのアップ数を $v_{I1}$ とすると、これらが条件

$$(6) \quad 7.5 < f_{I1} / f < 17.5$$

$$(7) \quad -6.5 < m_{I1} < -1.5$$

$$(8) \quad 40 < v_{I1}$$

を満足する。

【0017】請求項5記載の本発明では、請求項3記載の投写レンズにおいて、前群Iの第1レンズの大きな共役側の曲率半径を $R_{I1}$ 、前群Iの最終レンズの小さな共役側の曲率半径を $R_{I2}$ とすると、これらが条件

$$(9) \quad 3.0 < R_{I1} / f < 12.0$$

$$(10) \quad 0.7 < R_{I2} / f < 1.5$$

を満足する。

【0018】請求項6記載の本発明では、最も大きな空気間隔を隔て、大きな共役側より順に、全体として正の屈折力を持つ前群Iおよび全体として正の屈折力を持つ後群IIから構成され、後群IIは2枚以上の正レンズおよび1枚以上の負レンズから構成され、条件

$$(11) \quad 2.2 < f_{II} / f < 2.6$$

を満足する。

【0019】請求項7記載の本発明では、請求項6記載の投写レンズにおいて、後群IIを構成する正レンズのアップ数の平均値を $v_p$ 、後群IIを構成する負レンズのアップ数の平均値を $v_n$ 、後群IIの第1レンズの大きな共役側の曲率半径を $R_{II1}$ とすると、これらが条件

$$(12) \quad 40 < v_p - v_n$$

$$(13) \quad -8.0 < R_{II1} / f < -2.0$$

を満足する。

【0020】請求項8記載の本発明では、請求項1、請求項3および請求項6記載の投写レンズにおいて、前群Iは6群レンズ、後群IIは3群レンズより構成され、大きな共役側より順に第1群レンズは正レンズ、第2群レンズは大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、第3群レンズは負レンズ、第4群レンズは正レンズ、第5群レンズは大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、第6群レンズは正レンズ、第7群レンズは大きな共役側に凹面を向け接合面を有する負のメニスカスレンズ、第8群レンズは正レンズ、第9群レンズは正レンズより構成される。

【0021】請求項1記載の投写レンズは前群Iおよび後群IIの間に広い空気間隔を有しながら、投写距離を短縮し、テレセントリック性および長いバックフォーカスを与えることを可能にする構成であり、条件(1)および条件(2)はこれらの作用および収差の補正を有効に行うためのものである。

【0022】条件(1)は前群Iの焦点距離と全系IIIの焦点距離との比を規制するものであり、下限を越え

ると、前群Iおよび後群IIの間に十分に広い空気間隔を保持しながら長いバックフォーカスとテレセントリック性を維持することが困難となり、上限を越えると、後群IIの各レンズが大型化してコストが上昇すると共に、球面収差、コマ収差の補正が困難になる。

【0023】条件(2)は前群Iおよび後群Iの間の空気間隔と全系IIIの焦点距離との比を規制するものであり、下限を越えると、後群IIのパワーが強くなり、収差補正のために後群の構成レンズ枚数を多くすると、コストが上昇するだけでなく、小さな共役点とミラーの折り曲げ位置との距離が長くなり、プロジェクト本体の小型化の点で好ましくない。

【0024】上限を越えると、レンズ全長を維持するためには前群Iを構成する正レンズと負レンズのパワーが強くなり、球面収差、コマ収差および非点収差の補正が困難になる。

【0025】請求項2記載の投写レンズは上記条件

(1)、(2)に加えて、レンズの小型化、長いバックフォーカスの確保および収差の良好な補正のために、条件(3)、(4)および(5)を満足するものである。

【0026】条件(3)は全系IIIの実長と全系IIIの焦点距離との比を規制するもので、下限を越えると、全系IIIを構成する各レンズのパワーの絶対値が過大になり、特に球面収差、コマ収差、非点収差の補正が困難になる。上限を越えると、レンズ全長が長くなり、共役長を維持するためにはレンズが広角化、大型化し、コストが上昇するだけでなく、特に歪曲、倍率色収差の補正が困難になる。

【0027】条件(4)は全系IIIのバックフォーカスと全系IIIの焦点距離との比を規制するもので、下限を越えると、小さな共役点と全系IIIとの間に画像合成手段が配備できなくなる。

【0028】条件(5)は前群Iの焦点距離と後群IIの焦点距離との比を規制するもので、下限を越えると、前群Iと後群IIの間の空気間隔を十分に確保できなくなる。上限を越えると、後群IIを構成する各レンズが大型化し、コマフレアの補正が困難になる。

【0029】請求項3記載の投写レンズは前群Iおよび後群IIの間に広い空気間隔を有しながら、投写距離を短縮し、テレセントリック性および長いバックフォーカスを与えることを可能にする構成であり、これらの作用および諸収差の補正を有効に行うため、前群Iを3枚以上の正レンズと2枚以上の負レンズで構成するのが良い。

【0030】また、歪曲を強く補正するため、軸外光束の主光線高さが高い前群Iの第1レンズを正レンズとするのが良く、前群Iの大型化を防ぐため、前群Iの最終レンズに集光作用を行う正レンズを用いるのが良い。

【0031】請求項4記載の投写レンズは上記請求項3の投写レンズの作用をさらに効果的にするために条件

(6)、(7)および(8)を加えたものである。

【0032】条件(6)は前群Iの第1レンズの焦点距離と全系IIIの焦点距離との比を規制するものであり、下限を越えると、像高の高い位置での歪曲の補正が過剰となり、上限を越えると、逆に補正不足となり、どちらもTV歪曲を大きくする。

【0033】条件(7)は前群Iの最終レンズの倍率を規制するものであり、下限を越えると、後群IIにおける像高の大きい光束のコマフレアの発生が増加して補正が困難となり、上限を越えると、長いバックフォーカスとテレセントリック性の確保を両立させることが困難となる。

【0034】条件(8)は前群Iの最終レンズのアップ数を規制するもので、下限を越えると、軸上および軸外の色収差の補正が困難となる。

【0035】請求項5記載の投写レンズは上記請求項3の投写レンズの作用をさらに効果的にするために条件(9)および(10)を加えたものである。

【0036】条件(9)は前群Iの第1レンズの大きな共役側の曲率半径と全系IIIの焦点距離との比を規制するものであり、下限および上限を越えると、歪曲収差の補正が困難となる。

【0037】条件(10)は前群Iの最終レンズの小さな共役側の曲率半径と全系IIIの焦点距離との比を規制するものであり、下限を越えると、軸外光束の下光線のコマフレアが過大となり、上限を越えると、軸外光束の上光線のコマフレアが過大となり補正が困難となる。

【0038】請求項6記載の投写レンズは前群Iおよび後群IIの間に広い空気間隔を有しながら、投写距離を短縮し、テレセントリック性および長いバックフォーカスを与えることを可能にする構成であり、これらの作用および諸収差の補正を有効に行うため、後群IIを2枚以上の正レンズと1枚以上の負レンズで構成し、後群IIの焦点距離と全系IIIの焦点距離との比を条件(11)のように規制するのが良い。

【0039】条件(11)において、下限を越えると、前群Iと後群IIとの間に折り曲げミラーを配備するための空気間隔を十分に確保できなくなるばかりでなく、パワーが強くなるために、特に軸外光束の球面収差、コマ収差、非点収差の補正とテレセントリック性の維持が困難となり、これらを補正するために後群IIの構成レンズ枚数を多くすると、後群IIの長さすなわち小さな共役点からミラーによる折り曲げ位置までの長さが長くなり、小型化にとって好ましくない。

【0040】また上限を越えると、絞り位置が大きな共役側にシフトして全系IIIの長さが長大となり、共役長を維持しようとする画角が広くなり、前群Iが大型化するため、コスト、小型化の両面で好ましくない。

【0041】請求項7記載の投写レンズは上記請求項6の投写レンズの作用をさらに効果的にするために条件

(12) および (13) を加えたものである。

【0042】条件 (12) は後群 I I を構成する正レンズのアップベ数の平均値と後群 I I を構成する負レンズのアップベ数の平均値との差を規制するものであり、下限を越えると軸上色収差および倍率色収差の補正が困難となる。

【0043】条件 (13) は後群 I I の第 1 レンズの大きな共役側の曲率半径と全系 I I I の焦点距離との比を規制するものであり、上限および下限を越えると、曲面が軸外光束に対してコンセントリックでなくなり、諸収差の発生が過大となり補正困難となる。

【0044】請求項 8 記載の投写レンズは請求項 1、請求項 3 および請求項 6 記載の投写レンズの作用をより効果的にするため、前群 I を 6 群レンズ、後群 I I を 3 群レンズより構成し、大きな共役側より順に第 1 群レンズは正レンズ、第 2 群レンズは大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、第 3 群レンズは負レンズ、第 4 群レンズは正レンズ、第 5 群レンズは大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、第 6 群レンズは正レンズ、第 7 群レンズは大きな共役側に凹面を向け接合面を有する負のメニスカスレンズ、第 8 群レンズは正レンズ、第 9 群レンズは正レンズとする。

【0045】第 1 群レンズは集光作用を行うレンズであるが、軸外光束の主光線が光軸から高い位置を通過しており、この種の広角レンズの小さな共役側において生じやすいたる型歪曲を強く補正している。

【0046】第 2 群レンズおよび第 3 群レンズよりなるレンズ系は焦点距離に比べて長いバックフォーカスを得るために強い発散作用を行うが、強いパワーによる諸収差の発生を抑えるために発散作用が各々に配分されている。

【0047】ここで、第 2 群レンズは諸収差の発生を抑えるために光軸に対する主光線傾斜角の大きい軸外光束に対してコンセントリックな大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカス形状とするのが良い。

【0048】また第 3 群レンズは特に球面収差およびベッツパール和を強く補正している。第 4 群レンズは集光作用を行い、特に非点収差、歪曲および倍率色収差を補正している。

【0049】第 5 群レンズは発散作用を行い、大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカス形状にすることにより、特に球面収差を強く補正している。第 6 群レンズは集光作用を行い、球面収差およびコマ収差を強く補正し、特に軸外光束について下光線近くの光束のコマフレアを強く補正している。

【0050】第 7 群レンズは凹レンズと凸レンズを貼り合わせて総合的に発散作用を行い、球面収差、コマ収差、非点収差、歪曲、軸上色収差および倍率色収差を強く補正している。

【0051】このとき、過剰な収差の発生を抑えるた

め、このレンズを軸外光束に対してコンセントリックな大きな共役側に凹面を向けた負のメニスカス形状にするのが良い。第 8 群レンズおよび第 9 群レンズは集光作用を行い、小さな共役側の光束をほぼテレセントリックにする作用を行う。

【0052】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態は図 1 のように全系 I I I が最も大きな空気間隔を隔て、大きな共役側より順に、全体として正の屈折力を持つ前群 I および全体として正の屈折力を持つ後群 I I から構成され、テレセントリック性を有するものである。

【0053】図 1 の投写レンズにおいて、前群 I は 6 群レンズ、後群 I I は 3 群レンズより構成され、大きな共役側より順にレンズ L 1 は正レンズ、レンズ L 2 は大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、レンズ L 3 は負レンズ、レンズ L 4 は正レンズ、レンズ L 5 は大きな共役側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、レンズ L 6 は正レンズ、レンズ L 7 は大きな共役側に凹面を向け接合面を有する負のメニスカスレンズ、レンズ L 8 は正レンズ、レンズ L 9 は正レンズである。

【0054】図 1 において、S i は i 番目の面番号、L j は j 番目のレンズ群番号、r は曲率半径、d は面間距離、n d は d 線 (587.6 nm) における硝材の屈折率、 $\nu$  d はアップベ数を表す。ただし、r は大きな共役側に向かって凸の場合を正とする。

【0055】実施の形態 1 の投写レンズの構成を下記表 1 に、球面収差、横収差、非点収差、歪曲収差をそれぞれ図 2 (a)、(b)、(c)、(d) に示した。

【0056】

【表 1】

	r	<sup>9</sup> d	Nd	$\nu$ d
S1	184.72000	13.7400	1.51680	64.20
S2	2175.12000	.9200		
S3	115.74330	4.8000	1.51680	64.20
S4	41.13700	19.1900		
S5	188.76000	5.0000	1.71736	29.50
S6	40.23400	18.7400		
S7	356.45000	12.5000	1.80518	25.46
S8	-193.19000	6.3200		
S9	95.50000	3.0000	1.69680	55.46
S10	42.54000	21.5800		
S11	238.22000	30.0000	1.51742	52.15
S12	-48.40100	78.0000		
S13	-211.30000	4.0000	1.84666	23.78
S14	96.47100	20.6200	1.51680	64.20
S15	-96.47100	.3000		
S16	221.30000	11.6700	1.51680	64.20
S17	-221.30000	.3000		
S18	106.41800	13.3200	1.51680	64.20
S19	-4764.49000			

【0057】実施の形態2の投写レンズの構成を下記表2に、球面収差、横収差、非点収差、歪曲収差をそれぞれ図3(a)、(b)、(c)、(d)に示した。

【0058】

【表2】

	r	d	Nd	$\nu$ d
s1	307.336	13.80	1.5168	64.2
s2	-3428.350	6.16		
s3	150.380	7.00	1.5168	64.2
s4	47.293	33.68		
s5	201.747	4.00	1.7234	37.99
s6	40.656	20.43		
s7	419.206	8.88	1.8061	33.27
s8	-160.767	5.44		
s9	82.827	3.00	1.6968	55.46
s10	43.110	21.92		
s11	212.894	27.51	1.5174	52.15
s12	-49.026	68.47		
s13	-179.961	4.00	1.8467	23.78
s14	89.169	32.69	1.5168	64.2
s15	-89.169	0.3		
s16	241.571	11.06	1.5168	64.2
s17	-241.571	0.3		
s18	98.530	12.64	1.5168	64.2
s19	712.898			

【0059】実施の形態3の投写レンズの構成を下記表3に、球面収差、横収差、非点収差、歪曲収差をそれぞれ図4(a)、(b)、(c)、(d)に示した。

【0060】

【表3】

	r	d	Nd	$\nu$ d
s1	333.930	15.00	1.5168	64.2
s2	-7173.590	18.00		
s3	102.705	7.00	1.5168	64.2
s4	41.051	17.22		
s5	154.331	4.89	1.8061	33.27
s6	39.834	16.67		
s7	580.971	6.03	1.7408	27.76
s8	-163.29	6.12		
s9	93.317	3.00	1.6968	55.46
s10	42.935	23.59		
s11	237.566	28.77	1.5174	52.15
s12	-48.801	74.47		
s13	-215.118	4.00	1.8467	23.78
s14	96.007	23.10	1.5168	64.2
s15	-96.007	0.30		
s16	215.976	14.44	1.5168	64.2
s17	-215.976	0.30		
s18	97.910	17.11	1.5168	64.2
s19	3226.629			

【0061】実施の形態4の投写レンズの構成を下記表4に、球面収差、横収差、非点収差、歪曲収差をそれぞれ図5(a)、(b)、(c)、(d)に示した。

【0062】

【表4】

	r	d	Nd	$\nu$ d
s1	356.281	8.76	1.5168	64.2
s2	-1986.600	1.82		
s3	161.798	4.80	1.5168	64.2
s4	40.663	28.03		
s5	143.169	4.00	1.8340	37.34
s6	46.334	15.34		
s7	3118.479	8.67	1.6968	55.46
s8	-115.296	8.36		
s9	106.669	3.00	1.6968	55.46
s10	44.881	19.65		
s11	211.993	30.00	1.5174	52.15
s12	-48.217	99.97		
s13	-278.629	4.00	1.8467	23.78
s14	95.942	20.20	1.5168	64.2
s15	-95.942	0.30		
s16	256.868	10.58	1.5168	64.2
s17	-256.868	0.30		
s18	108.304	12.79	1.5168	64.2
s19	6968.744			

50 【0063】

【発明の効果】本発明における投写レンズは長いバックフォーカス、半画角 $35^\circ$ 以上およびテレセントリック性を与え、レンズ系内部に広い空気間隔を有するものであり、良好に各収差が補正されているために優れた拡大画像を提供することができる。

【0064】請求項1の本発明においては、投写レンズはレンズ系の内部に広い空気間隔を有し、長いバックフォーカスおよびテレセントリック性を与えながら良好な光学性能を与えることが可能である。

【0065】請求項2の本発明においては、投写レンズは長いバックフォーカスを与えながら特に歪曲収差、倍率色収差、コマフレアを良好に補正することができる。

【0066】請求項3の本発明においては、投写レンズはレンズ系の内部に広い空気間隔を有し、短い投写距離、長いバックフォーカスとテレセントリック性を与えながらレンズの大型化を防ぎ、特に歪曲収差を強く補正することができる。

【0067】請求項4の本発明においては、投写レンズは長いバックフォーカスとテレセントリック性を与えながらTV歪曲を小さく抑え、コマフレア、色収差を良好に補正することができる。

【0068】請求項5の本発明においては、投写レンズは歪曲収差とコマフレアの発生を強く抑えることができる。

【0069】請求項6の本発明においては、投写レンズはレンズ系の内部に広い空気間隔を有し、長いバックフォーカスおよびテレセントリック性を与えながら良好な光学性能を与えることが可能であり、小型化にも適して

いる。

【0070】請求項7の本発明においては、投写レンズは色収差、非点収差などの発生を強く抑えることができる。

【0071】請求項8の本発明においては、投写レンズはレンズ系の内部に広い空気間隔を有し、半画角 $35^\circ$ 以上の広画角、長いバックフォーカスおよびテレセントリック性を与え、軸上および軸外の光束を多く取り込み、諸収差が良好に補正された拡大画像を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の光路図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の収差図であり、

(a)は球面収差、(b)は非点収差、(c)は歪曲収差である。

【図3】本発明の第2の実施の形態の収差図であり、

(a)は球面収差、(b)は非点収差、(c)は歪曲収差である。

【図4】本発明の第3の実施の形態の収差図であり、

(a)は球面収差、(b)は非点収差、(c)は歪曲収差である。

【図5】本発明の第4の実施の形態の収差図であり、

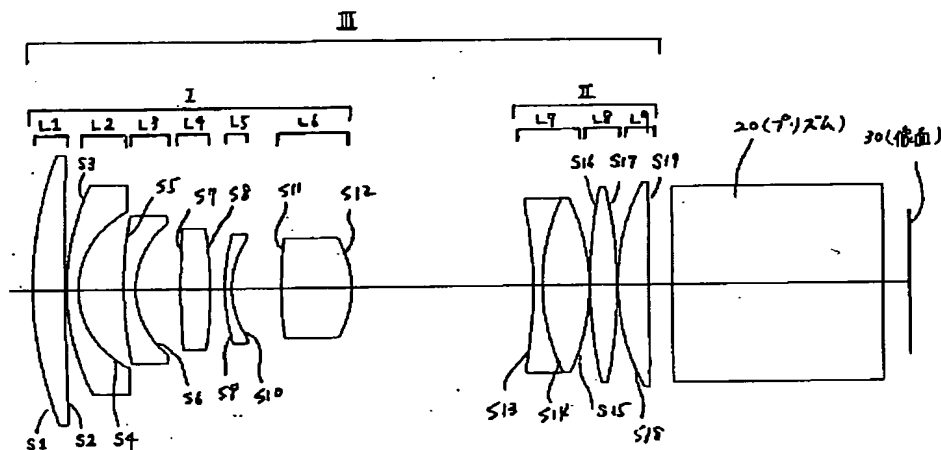
(a)は球面収差、(b)は非点収差、(c)は歪曲収差である。

#### 【符号の説明】

20 プリズム

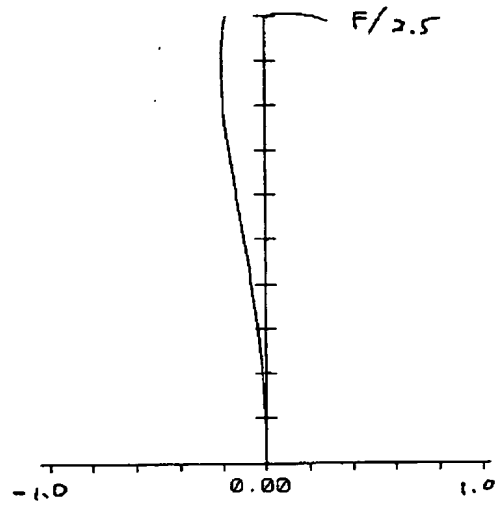
30 像面

【図1】

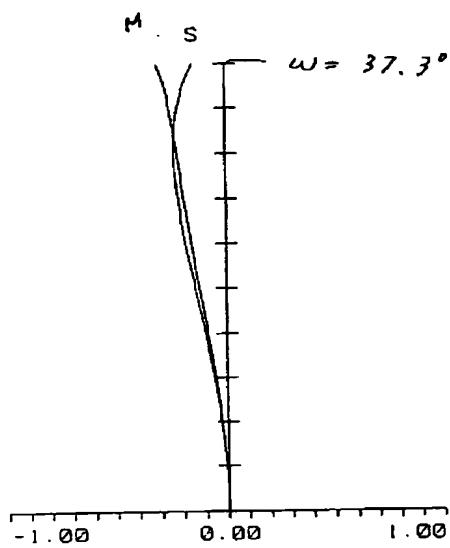




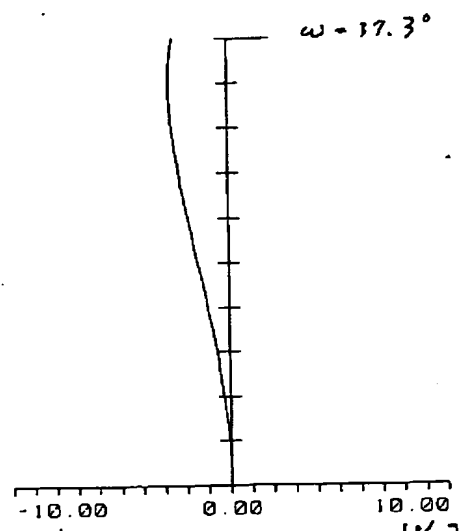
【図2】



(a) 球面収差

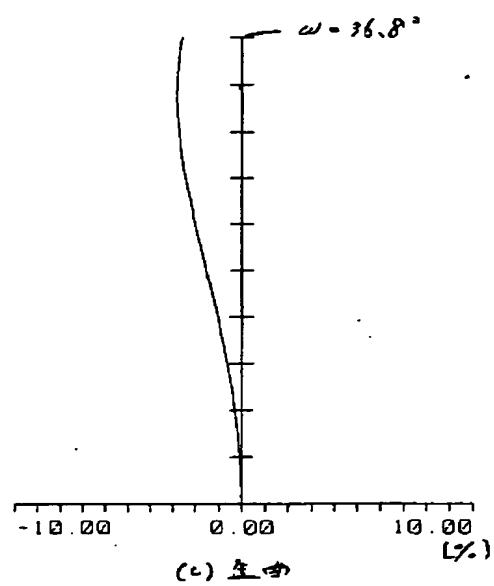
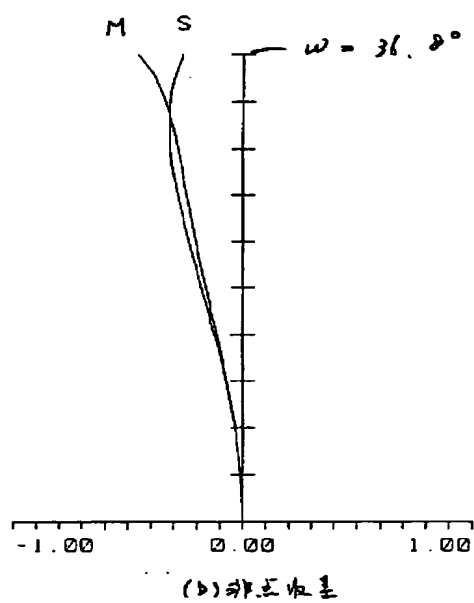
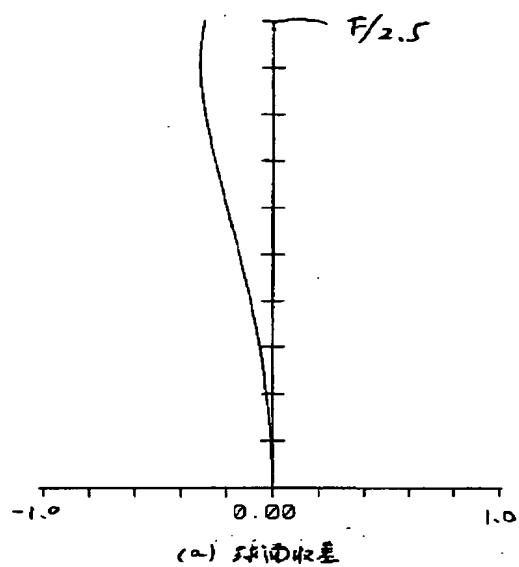


(b) 非点収差

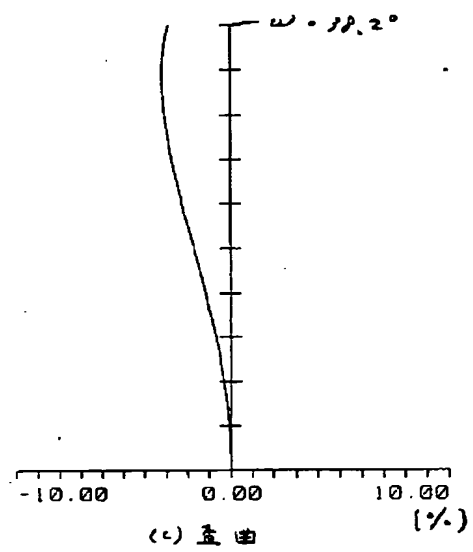
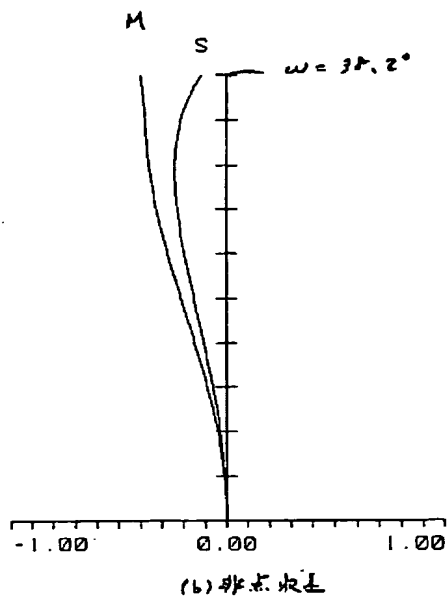
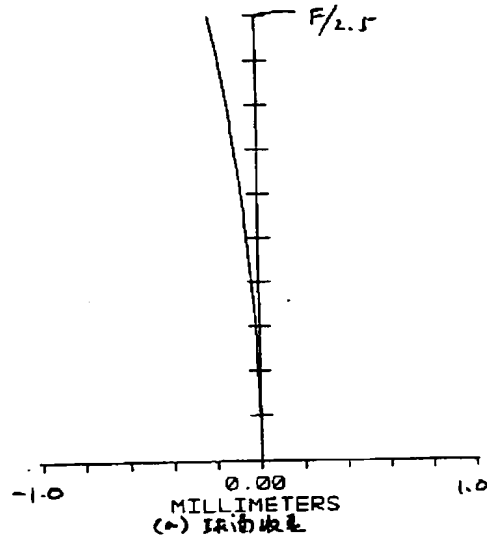


(c) 歪曲 [%]

【図3】



【図4】



【図5】

